Chapitre I:

Introduction aux réseaux de transmission de données

I.1 – GÉNÉRALITÉS

I.1.1 – Définition

Un réseau est un ensemble de moyens matériels et logiciels géographiquement dispersés destinés à offrir un service, ou à assurer le transport de données. Comme : le réseau téléphonique, réseau Internet, réseau d'entreprise, ……etc.

Les techniques à mettre en œuvre diffèrent en fonction des finalités du réseau et de la qualité de service désirée.

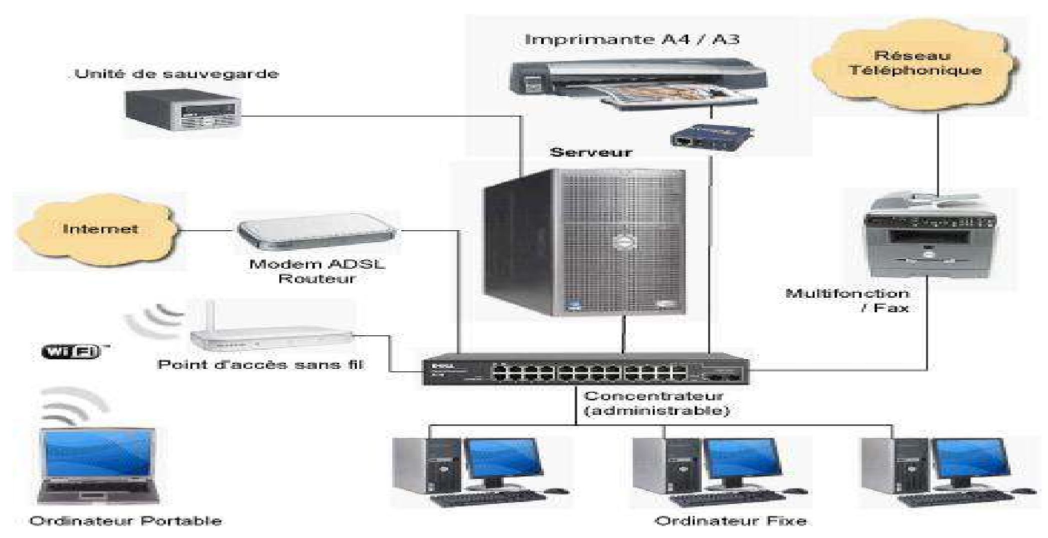


Figure I.1 – Le réseau : ensemble de ressources mises en commun.

I.1.2 – Les flux d'information

L'acheminement, dans un même réseau, d'informations aussi différentes que les données informatiques, la voix ou la vidéo implique que chacune de ces catégories d'information ait une représentation identique vis-à-vis du système de transmission (son rôle est la transmission des données sans avoir de connaissance sur le type d'information transmis) et que le réseau puisse prendre en compte les contraintes spécifiques à chaque type de flux d'information (*Figure I.2*).

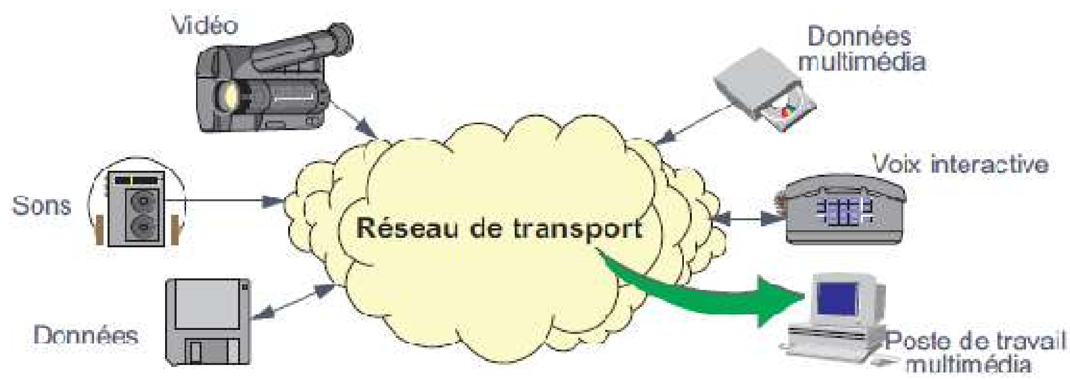


Figure I.2 – Le réseau et les différents flux d'information.

Auteur : Dr. S. ZERROUKI née AZZAZ RAHMANI

I.2 – REPRESENTATION DE L'INFORMATION

I.2.1 – Les différents types d'information

Les informations transmises peuvent être réparties en deux grandes catégories selon ce qu'elles représentent et les transformations qu'elles subissent pour être traitées dans les systèmes informatiques. On distingue :

- *Les données discrètes :* l'information correspond à l'assemblage d'une suite d'éléments indépendants les uns des autres (suite discontinue de valeur) et dénombrables (ensemble fini). Par exemple, un texte est une association de mots eux-mêmes composés de lettres (symboles élémentaires).

- *Les données continues ou analogiques :* résultent de la variation continue d'un phénomène physique (*Figure I.3*) : température, voix, image… Un capteur fournit une tension électrique proportionnelle à l'amplitude du phénomène physique analysé : signal analogique (signal qui varie de manière analogue au phénomène physique). Un signal analogique peut prendre une infinité de valeurs dans un intervalle déterminé (borne).

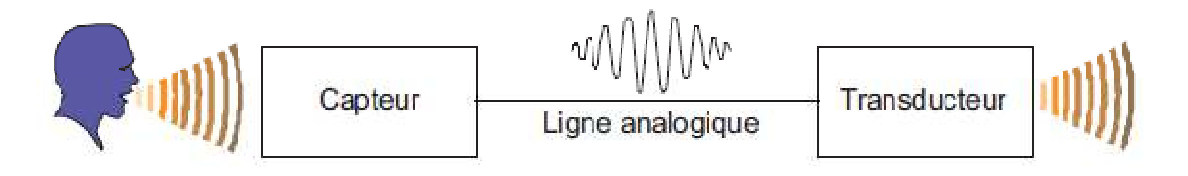


Figure I.3 – Le signal analogique.

Pour traiter ces informations par des équipements informatiques, il est nécessaire de substituer à chaque élément d'information une valeur binaire représentative de l'amplitude de celui-ci. Cette fonction (opération) porte le nom de codage de l'information (codage à la source) pour les informations discrètes et numérisation de l'information pour les informations analogiques.

I.2.2 – Codage des informations

a) Définition

Comme définition, le codage consiste à transformer, à transcrire et à faire correspondre à chaque symbole d'un alphabet (élément à coder) une représentation binaire (*mot-code*). L'ensemble des mots codes constitue le code (*Figure I.4*). Ces informations peuvent aussi bien être un ensemble de commandes d'une machine outil que des caractères alphanumériques…

Un code peut contenir :

- Les chiffres : [0, …,9];
- Les lettres de l'alphabet : [a, …,z, A, …,Z];
- Les symboles : [é, è, à, …];
- Les symboles de ponctuation : [, ; : . ? !];
- Les symboles semi-graphiques : [╡ ▌╧ ‖ …];
- Les commandes nécessaires au système : [Saut de ligne, Saut de page, Fin de fichier, …].

Auteur : Dr. S. ZERROUKI née AZZAZ RAHMANI

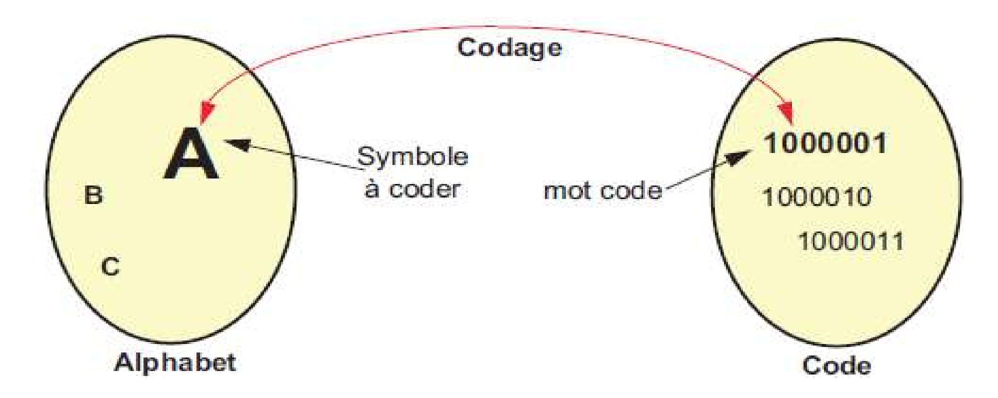


Figure I.4 – Principe du codage des données.

b) Puissance lexicographique d'un code

On appel puissance lexicographique d'un code, le nombre de symboles qu'il est possible de représenter à l'aide de ce code.

Avec le code binaire on peut coder 2^n symboles, pour *n* éléments binaires (bits). Donc avec *n* bits, on peut coder *N* symboles car : $2^{n-1} < N \leq 2^n$.

Le nombre de bits nécessaire pour coder *N* symboles est donc : $n = \log_2 N$

c) Quantité d'information

La quantité d'information transmise par une lettre est :

$$H = \log_2\left(\frac{1}{p}\right)$$

Où : *P* est la probabilité d'apparition de chaque lettre.

Exemple : Combien de bits sont nécessaires pour coder toutes les lettres de l'alphabet française et qu'elle est la quantité d'information transmise par une lettre, en supposant équiprobable l'apparition de chaque lettre ?

Solution :

1- Le nombre de bits nécessaires pour coder les 26 lettres de l'alphabet est donné par :

$2^{n-1} < N \leq 2^n$ Avec *N* = 26.

$n = \log_2 26 = 5 \longrightarrow 2^4 < 26 \leq 2^5$

Donc il faut 5 bits pour coder les 26 lettres de l'alphabet.

Soit $P = 1/26 \longrightarrow H = \log_2(26) = \frac{\log_{10}(26)}{\log_{10}(2)} = \frac{1{,}41497}{0{,}30102999} \longrightarrow H = 4{,}66$ bits.

d) Les différents types de codes

Généralement, on utilise les codes de *longueur fixe*, c-à-d que le nombre de symboles binaires (nombre de bits) utilisés pour représenter un élément du code est identique pour tous les éléments du code. Certain technique comme la compression de données utilise des codes de *longueur variable*.

- *Les codes de longueur fixe :* Chaque état du système est codé par un certain nombre de bits, appelé longueur du code, longueur du mot code ou encore code à n moments, par exemple :

Auteur : Dr. S. ZERROUKI née AZZAZ RAHMANI

- ***Le code BAUDOT :*** à 5 moments (éléments) binaires, il est utilisé dans les réseaux Télex (Télégraphique). Ce code autorise : $N = 2^5 = 32$ symboles (ou caractères).
  Ce qui est insuffisant pour représenter les 26 lettres de l'alphabet plus les 10 chiffres plus les commandes annexes (Saut de ligne, Fin de fichier, ...).
- ***Le code ASCII :*** (American Standard Code for Information Interchange), est un code à 7 moments (éléments binaires). Il autorise $2^7 = 128$ caractères. Ce code étendu à 8 moments, constitue l'alphabet de base des micro-ordinateurs du type PC.
- ***Le code EBCDIC :*** (Extended Binary Decimal Interchange Code) code à 8 moments d'origine IBM est utilisé dans les ordinateurs du constructeur IBM. Ce code a été adopté par d'autres firmes telles que (BULL, ...).

- *Les codes de longueur variable :* Les codes des longueurs variables sont utilisés dans la compression des données par exemple : le code HUFFMAN. La longueur binaire (nombre de bits) d'un *mot-code* (symbole) est autant plus faible que l'apparition de symbole codé est importante.

1- Construction du code HUFFMAN :

Soit par exemple à coder un message dont la probabilité d'apparition des caractères (symboles) est donné par le tableau suivant :

A	E	U	S	Y	T
0,28	0,34	0,08	0,13	0,05	0,12

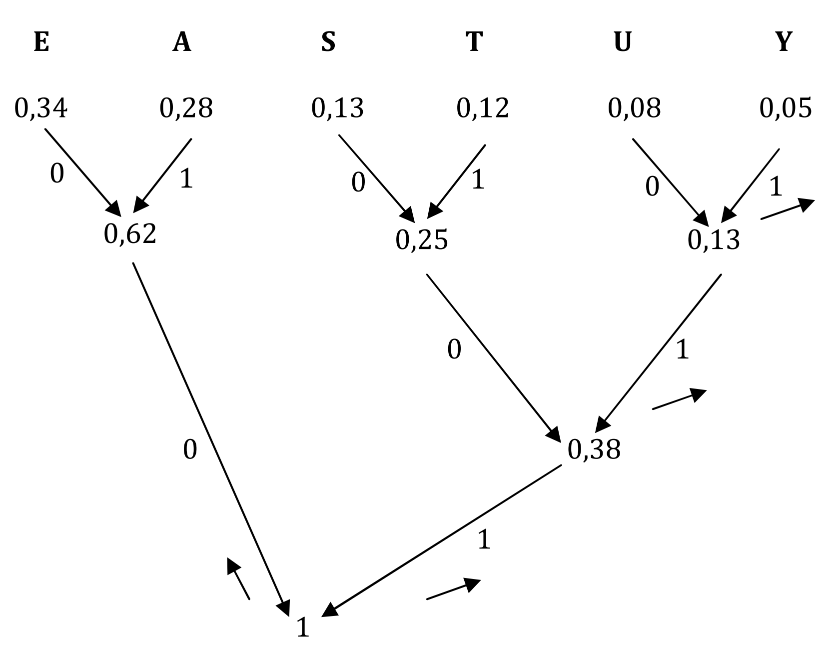


Figure I.5 – L'arbre de HUFFMAN.

2- Méthode :

- Ecrire dans l'ordre décroissante les symboles des codes HUFFMAN (ici : E, A, S, T, U, Y).
- Indiquer la probabilité d'apparition du symbole (0,34 ; 0,28 ;...).
- Regrouper deux à deux les termes pour obtenir la combinaison la plus petite (0,08+0,05 = 0,13).
- Construire l'arbre et le remonté en attribuant les valeurs zéro au branche gauche et 1 au branche droite.
- Lire de la racine de l'extrémité, par exemple la lettre A se lit 01.

Auteur : Dr. S. ZERROUKI née AZZAZ RAHMANI

Le nombre de bits pour 100 caractères est de :

- Pour le code HUFFMAN : 100x(2x0,34 + 2x0,28 + 3x0,13 + 3x0,12 + 3x 0,08 + 3x0,05) = 238bits.

Pour l'EBCDIC : 8 x 100 = 800bits. Donc la compression / à l'EBCDIC : 800/238 = 3,36.

- Pour le code ASCII : 7 x 100 = 700bits. la compression / à l'ASCII : 700/238 = 2,94.

I.2.3 – Numérisation des informations

a) Principe

Numériser une grandeur analogique consiste à transformer la suite continue de valeurs en une suite discrète et finie. A cet effet, on prélève, à des instants significatifs, un échantillon de signal (*Figure I.6*), c.-à-d. c'est de remplacer un signal U1(t) par un autre U2(t) qui est :

- Egal en valeur instantané à U1(t) (U1(t) = U2(t)) pendant un brève instant de durée τ répéter périodiquement avec *Fe* qui et dite fréquence d'échantillonnage (1/*Te*).
- Nul entre ces instants

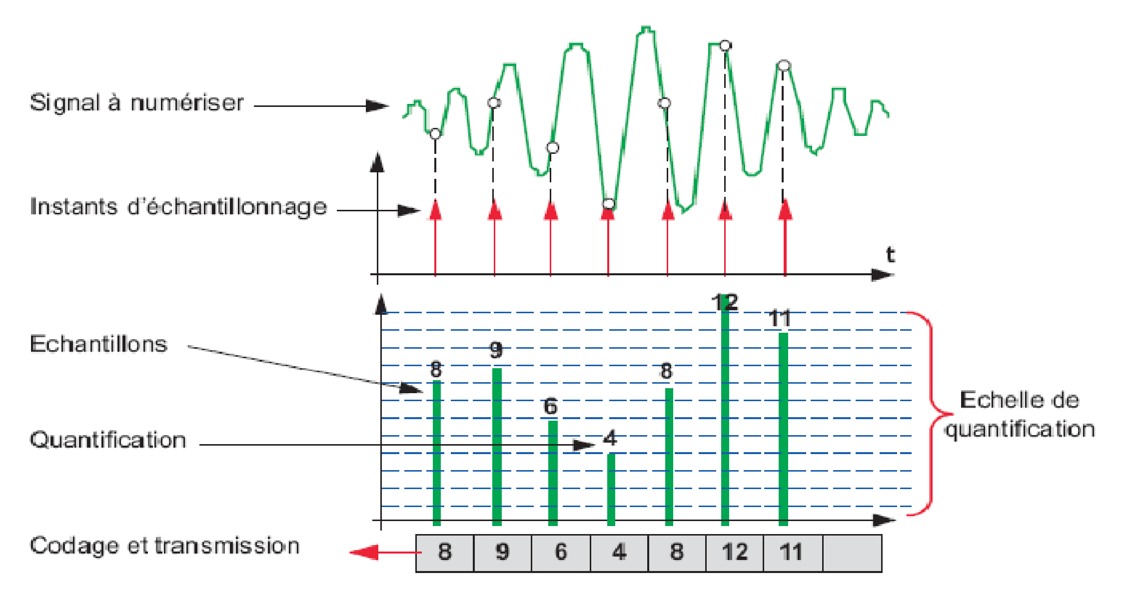


Figure I.6 *– Numérisation d'un signal analogique.*

Ensuite, on exprime son amplitude par rapport à une échelle finie (quantification). Le récepteur, à partir des valeurs transmises, reconstitue le signal d'origine. Une restitution fidèle du signal nécessite que soient définis :

- L'intervalle d'échantillonnage qui doit être une constante du système (fréquence d'échantillonnage).
- L'amplitude de l'échelle de quantification, celle-ci doit être suffisante pour reproduire la dynamique du signal (différence d'amplitude entre la valeur la plus faible et la valeur la plus forte).
- Que chaque valeur obtenue soit codée.

La figure I.6 représente les différentes étapes de la numérisation du signal. A intervalle régulier (période d'échantillonnage), on prélève une fraction du signal (échantillon). Puis, on fait correspondre à l'amplitude de chaque échantillon une valeur (quantification), cette valeur est ensuite transformée en valeur binaire (codification).

La fréquence minimale d'échantillonnage (fréquence de Nyquist) d'un signal doit être le double de la fréquence maximale du signal à échantillonner :

$$F_{échantillon} = 2 \times F_{\max_du_signal}$$

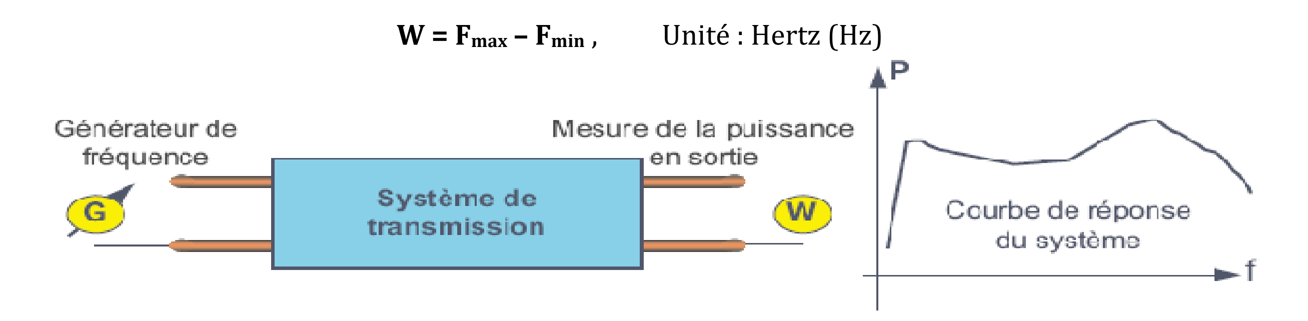
Auteur : Dr. S. ZERROUKI née AZZAZ RAHMANI

I.3 – CARACTERISTIQUES DES RESEAUX DE TRANSMISSION

I.3.1 – Notion de la bande passante

La principale caractéristique d'une voie de transmission (cable ,fibre optique ,etc) est sa bande passante. C'est l'intervalle de fréquences à l'intérieur duquel les signaux seront correctement transmis.

$$W = F_{max} - F_{min} ,\qquad \text{Unité : Hertz (Hz)}$$



Pour transmettre des signaux numériques (signal carré) il faut que la ligne de transmission possède une grande bande passante, les signaux analogiques utilisent une bande passante plus étroite. Le réseau téléphonique RTC offre un intervalle de fréquence de 300à 3400Hz, ce qui limite la bande passante à 3,1KHz.

I.3.2 – Notion de rapport Signal sur Bruit

Les signaux transmis sur un canal peuvent être perturbés par des phénomènes électriques ou électromagnétiques désignés sous le terme générique de *bruit*. Le bruit est un phénomène qui dénature le signal et introduit (engendre) des erreurs. Le rapport entre la puissance du signal transmis et celle du signal de bruit qualifie le canal vis-à-vis du bruit. Ce rapport, appelé rapport signal sur bruit (S/N avec N pour *Noise*), s'exprime en dB (décibel) :

$$S/N_{dB} = 10\log_{10}(S/N)_{(linéaire)}$$

I.3.3 – Notion de débit binaire

On appelle débit binaire *D*, le nombre d'éléments binaires, ou nombre de bits, émis sur le support de transmission pendant une unité de temps. C'est l'une des caractéristiques essentielles d'un système de transmission. Le débit binaire s'exprime par la relation :

$$D = \frac{V}{t}$$

D : Débit en bits par seconde (bit/s).
V : Le volume à transmettre exprimé en bits.
t : La durée de la transmission en seconde.

Le débit binaire mesure le nombre d'éléments binaires transitant sur le canal de transmission pendant l'unité de temps.

$D = 1/T_{bit}$; T: temps pris pour transmettre un élément binaire.

Théorème de Shannon : donne le débit théorique maximum(ou la capacité du canal) d'un support soumis à du bruit :

$$C = D_{max} = W.\log_2(1+S/N)$$

- C : capacité du canal(en bps)
- W la largeur de bande (en Hz)
- S/N représente le rapport signal sur bruit de la voie.

Auteur : Dr. S. ZERROUKI née AZZAZ RAHMANI

I.3.4 – Notion de taux d'erreur

Les perturbations propres au système de communication (bruit, distorsion), rayonnement E.M et les interférences peuvent entacher l'erreur des informations transmises (bit erroné). Une liaison qualifiée par son taux d'erreurs T_e, est défini par le rapport entre le nombre d'informations erronés et le nombre d'information transmise.

$$T_e = \frac{nb-bits-erronés}{nb-bits-transmis}$$

Exemple : soit la transmission de la suite :

E ⟶ 011001001100100101001010

R ⟶ 011001***1***0110010***1***10100***0***010

Quel est le taux d'erreurs de ce canal ?

Solution :

$$Te = \frac{3}{24} = 0,125$$

Le taux d'erreurs varie en pratique de 10^{-4} (liaison RTC : Réseau Téléphonique Commuté) à 10^{-9} (Réseaux locaux).

Si τ_e est la probabilité pour qu'un bit reçu soit erroné, la probabilité de recevoir un bit correct est $(1-\tau_e)$. Pour qu'un bloc (message) de *n* bits reçus soient corrects, la probabilité associée est de $(1-\tau_e)^n$.

I.4 LES SUPPORTS DE TRANSMISSION

L'infrastructure d'un réseau, la qualité de service offerte, les solutions logicielles à mettre en œuvre dépendent largement des supports de transmission utilisés. Les supports de transmission exploitent les propriétés de conductibilité des métaux (paires torsadées, coaxial), celles des ondes électromagnétiques (faisceaux hertziens, guides d'onde, satellites) ou encore celles du spectre visible de la lumière (fibre optique).

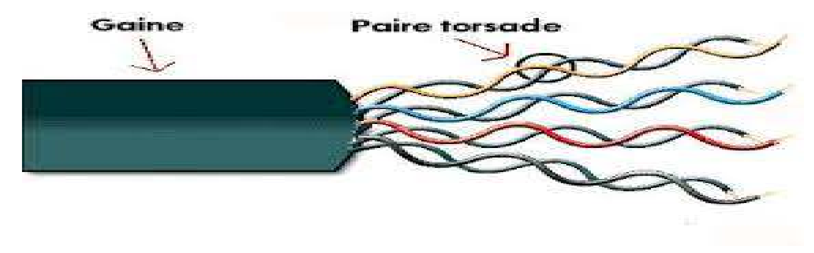
Généralement on classe les supports en deux catégories :

- Les supports guidés (supports cuivre et supports optiques) ;
- Les supports libres (faisceaux hertziens et liaisons satellites).

I.4.1 – Les supports guidés

I.4.1.1 – La paire torsadée : La paire torsadée ou symétrique est constituée de deux conducteurs identiques torsadés. Les torsades réduisent l'inductance de la ligne (L). Généralement plusieurs paires sont regroupées sous une enveloppe protectrice appelée gaine pour former un câble.

Le taux d'erreur sur un tel câble est d'environ 10^{-3}à 10^{-5} , il autorise un débit de 100Mbits/s



Paire torsadée ou paire symétrique.

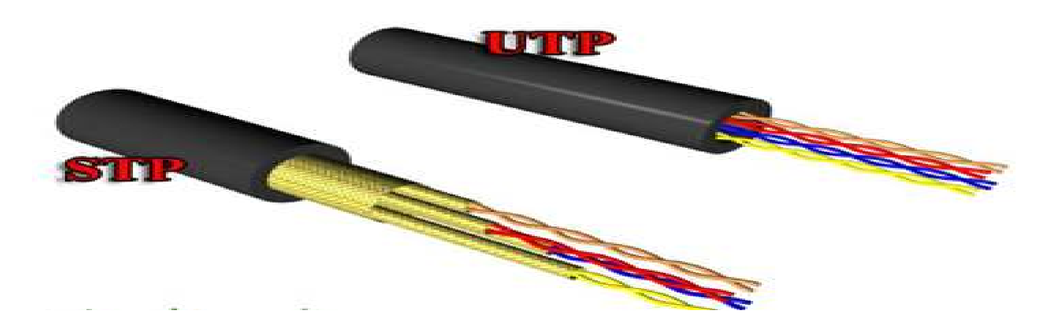
Les câbles contiennent 1 paire (desserte téléphonique), 4 paires (réseaux locaux), ou plusieurs dizaines de paires (câble téléphonique).

Type de câbles :

- Paires UTP(Unshielded Twisted Pair): sont des câbles non blindés, c'est-à-dire aucune gaine de protection n'existe entre les paires des câbles. Théoriquement les câbles UTP peuvent transporter le signal jusqu'à environ 100m.

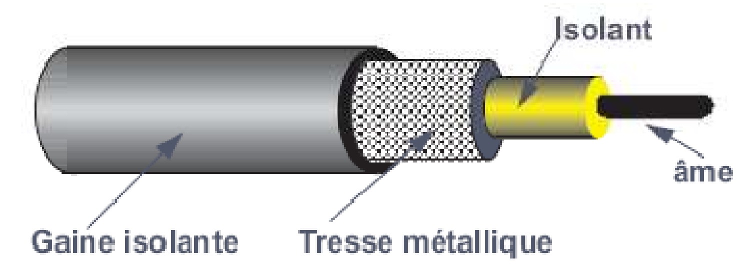
Auteur : Dr. S. ZERROUKI née AZZAZ RAHMANI

- Paires STP(Shielded Twisted Pair): sont des câbles blindés. Chaque paire est protégée par une gaine blindée comme celle du câble coaxial. Théoriquement les câbles STP peuvent transporter le signal jusqu'à environ 150m à 200m.



I.4.1.2 – Le câble coaxial : Une paire coaxiale ou câble coaxial est constituée de deux conducteurs concentriques maintenus à distance constante par un diélectrique. Le conducteur extérieur, tresse métallique en cuivre recuit appelée *blindage*, est mis à la terre. L'ensemble est protégé par une gaine isolante.

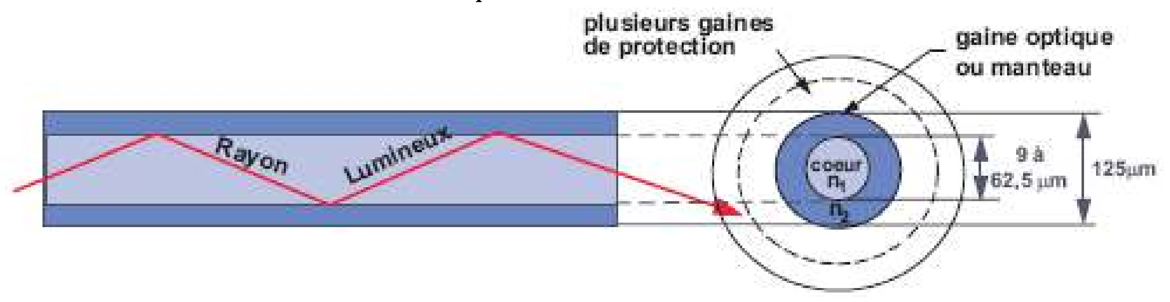
Le câble coaxial possède des caractéristiques électriques supérieures à celles de la paire torsadée. Il autorise des débits plus élevés et est peu sensible aux perturbations électromagnétiques extérieures. Le taux d'erreur sur un tel câble est d'environ 10^{-9}.



<u>Type de câbles :</u>

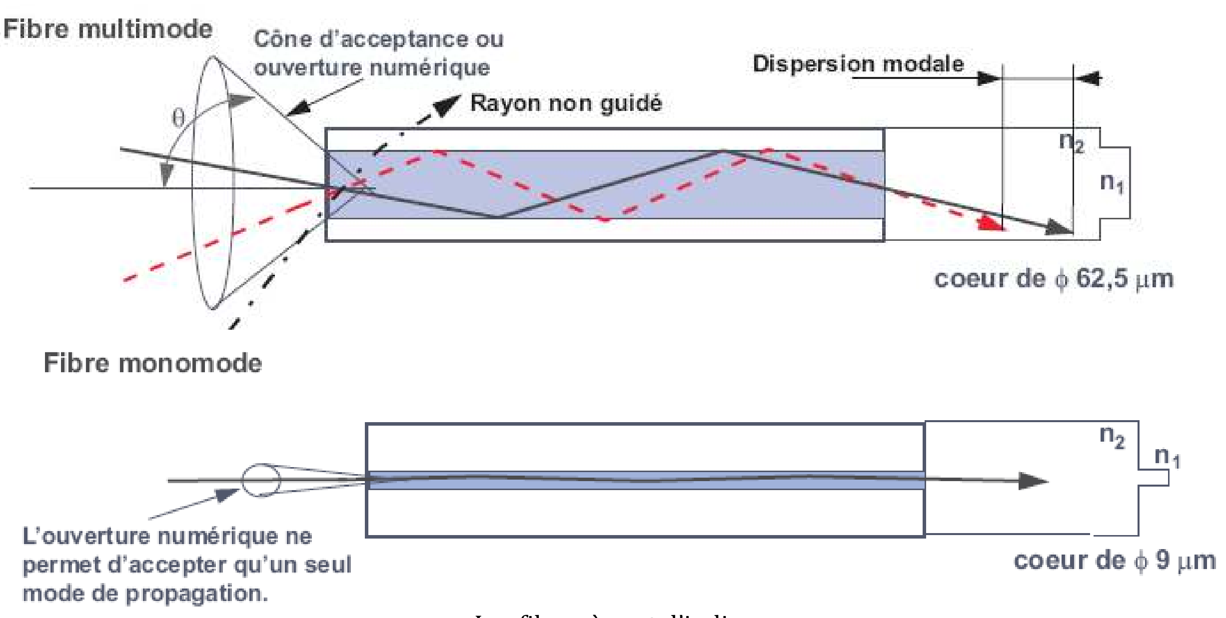
- Le câble coaxial à 75 **ohm** : est utilisé généralement en transmission analogique pour réaliser des liaisons longues distances. Son impédance est de 75 **ohm**. Ce câble, similaire au câble coaxial utilisé en télévision, est souvent dénommé câble CATV.
- Le câble coaxial à 50 **ohm** : est utilisé généralement en transmission numérique, notamment dans les réseaux locaux, on utilise des câbles d'impédance 50ohm à des débits pouvant atteindre 10 Mbit/s sur des distances de l'ordre du kilomètre.

I.4.1.3 – La fibre optique : Une fibre optique est un fil en verre ou en plastique très fin qui a la propriété d'être un conducteur de la lumière et sert dans la transmission de données et de lumière. Elle offre un débit d'information nettement supérieur à celui des câbles coaxiaux et supporte un réseau « large bande » par lequel peuvent transiter aussi bien la télévision, le téléphone, lavisioconférence ou les données informatiques.



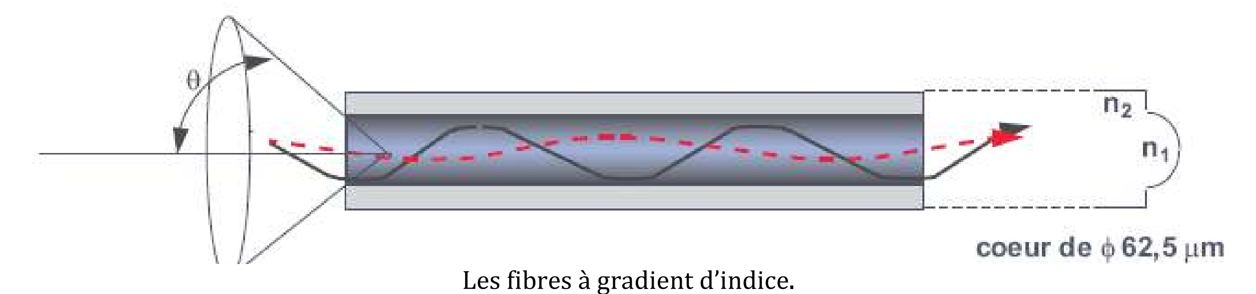
Les types de fibres

- **Les fibres à saut d'indice :** Dans les fibres à saut d'indice, le coeur d'indice n1 est entouré d'une gaine d'indice n2. La variation d'indice entre le coeur et la gaine est brutale (saut d'indice). La propagation s'y fait par réflexion totale à l'interface coeur/gaine.



Les fibres à saut d'indice.

- **Les fibres à gradient d'indice :** Un compromis a été trouvé avec les fibres à gradient d'indice, l'indice du cœur décroît de façon continue, depuis le centre du coeur jusqu'à l'interface coeur/gaine suivant une loi parabolique.



Les fibres à gradient d'indice.

Les performances des fibres optiques sont :

– bande passante importante ;
– immunité électromagnétique ;
– faible taux d'erreur 10^{-12} ;
– faible affaiblissement (0,2 à 0,5 dB/km) ;
– faible encombrement et poids ;
– vitesse de propagation élevée (monomode) ;

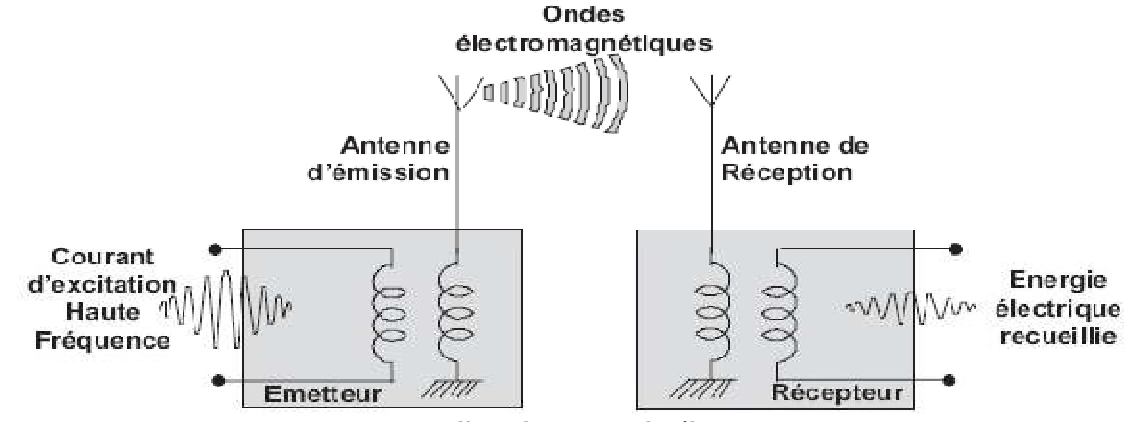
Ces caractéristiques font des fibres optiques le support privilégié dans le domaine des télécommunications à haut débit et grande distance, dans les applications aéronautiques et navales (sous-marin) et dans les transmissions de données en milieu perturbé.

I.4.2 – Les supports non guidées(Les liaisons hertziennes)

Un conducteur rectiligne alimenté en courant haute fréquence ou radiofréquence peut être assimilé à un circuit oscillant ouvert. Un tel circuit ou antenne d'émission rayonne une énergie (onde électromagnétique). Cette énergie électromagnétique recueillie par un autre conducteur distant ou

Auteur : Dr. S. ZERROUKI née AZZAZ RAHMANI

antenne de réception est transformée en un courant électrique similaire à celui d'excitation de l'antenne d'émission.



Principe d'une liaison radioélectrique.

Contrairement aux supports étudiés dans les paragraphes précédents, la liaison entre les deux entités émetteur et récepteur s'effectue sans support physique. Les ondes électromagnétiques (OEM) se propagent dans le vide à la vitesse de la lumière. On appelle longueur d'onde (λ), la distance parcourue pendant une période du phénomène vibratoire.

Les ondes électromagnétiques subissent peu d'affaiblissement, leur mise en œuvre est assez aisée et le coût d'infrastructure généralement faible devant les coûts de génie civil engendrés par le passage de câbles physiques. Les transmissions par ondes électromagnétiques sont utilisées chaque fois qu'il est nécessaire :

– de diffuser une même information vers plusieurs utilisateurs (réseaux de diffusion),
– de mettre en relation des stations mobiles (réseaux de messagerie),
– de relier, à haut débit, deux entités éloignées (faisceaux hertziens) ou très éloignées (satellites de communication).

Chaque type de liaison ou d'application utilise des bandes de fréquences différentes. L'espace de fréquences utilisables est limité.

Auteur : Dr. S. ZERROUKI née AZZAZ RAHMANI

Chapitre **II:**

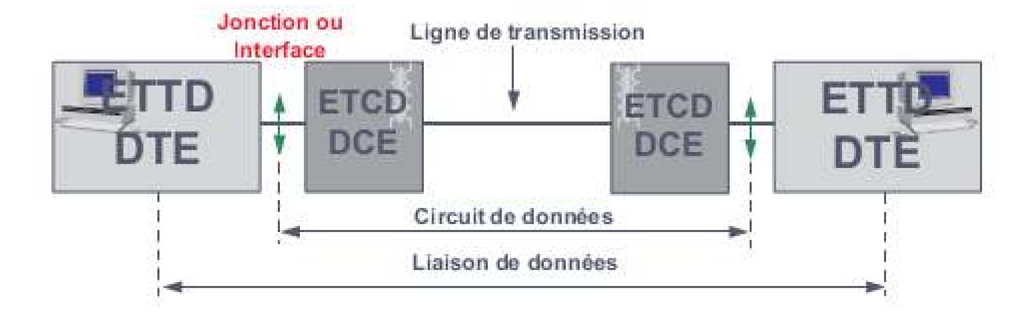
Éléments de base de la transmission de données

Transporter de l'information d'un point à un autre nécessite que soit établie une série de conventions concernant la représentation logique des données (chapitre précédent), les paramètres physiques de la transmission (niveau électrique, rythme de l'émission...) et le mode de contrôle de l'échange. Cet ensemble de conventions constitue le protocole de transmission, il qualifie une transmission et définit ses possibilités d'emploi.

II.1 PRINCIPE D'UNE LIAISON DE DONNÉES

Une ligne de transmission est une liaison entre les deux machines. On désigne généralement par le terme **émetteur** la machine qui envoie les données et par **récepteur** celle qui les reçoit. Les machines peuvent parfois être chacune à son tour réceptrice ou émettrice (c'est le cas généralement des ordinateurs reliés par réseau).

La communication entre systèmes informatiques s'effectue via des liaisons dont les principaux éléments sont définis par les recommandations de l'UIT-T (Union Internationale des Télécommunications – secteur des Télécommunications). La figure suivante met en évidence ces différents éléments.



- Situé à l'extrémité de la liaison, l'**ETTD** (Equipement Terminal de Traitement de Données ou DTE : Data Terminal Equipment) qui intègre un contrôleur de communication peut être un ordinateur, un terminal, une imprimante ou plus généralement tout équipement qui ne se connecte pas directement à la ligne de transmission.
- La transmission des données sur la ligne est assurée par l'**ETCD** (Equipement de Terminaison de Circuit de Données ou DCE : Data Communication Equipment) qui peut être un modem, un multiplexeur, un concentrateur ou simplement un adaptateur (pseudo-modem). On nomme **circuit de données** l'ensemble constitué des *ETCD* de chaque machine et de la ligne de données.

L'ETCD, la plupart du temps un modem, a deux fonctions essentielles :

- l'adaptation du signal binaire entre l'ETTD et la ligne de transmission, ce qui correspond généralement à un codage et une modulation (ou une démodulation et un décodage suivant qu'il émet ou reçoit) ;

- la gestion de la liaison comprenant l'établissement, le maintien et la libération de la ligne à chaque extrémité.

- La jonction constitue l'interface entre ETCD et ETTD et permet à ce dernier de contrôler le circuit de données (établissement et libération, initialisation de la transmission …).

Une interface ETTD/ETCD spécifie :

Auteur : Dr. S. ZERROIKI née AZZAZ RAHMANI

– une interface mécanique qui fixe le connecteur physique ;
– une interface électrique qui détermine les niveaux électriques des signaux qui transitent par la jonction ;
– une interface fonctionnelle qui précise les fonctions remplies par telle ou telle broche : le transfert de données, les signaux de commande, les signaux de synchronisation et les masses ;
– enfin, une interface procédurale qui définit les procédures de commande et d'échange.

La normalisation des interfaces émane essentiellement de deux organismes : l'EIA (RS232, RS 449, RS 422, RS 423A...) et l'UIT (V.24, X.21, X.21bis...). Le tableau présente les principales interfaces normalisées et leurs caractéristiques essentielles.

	Interfaces				
Appellation	Mécanique	Électrique	Fonctionnelle	Portée	Débit nominal
V.24/RS 232	ISO 2110 DB 25	V.28	V.24	12 m	2,4 à 19,2 kbit/s
V.35	ISO 2593 DB 34	V.11/V.10	V.24	15 m 10 m	48 à 64 kbit/s 128 à 256 kbit/s
V.36	ISO 4902 37 points	V.11/V.10	V.24	15 m 10 m	48 à 64 kbit/s 128 à 256 kbit/s
X.24/V.11	ISO 4903 DB15	V.11	X.24	100 m 50 m	64 à 1 024 kbit/s 1 920 kbit/s
G703	ETSI 300.166	G703	G703	300 m	2 048 kbit/s
G703/704	DB 9	G703	G704	300 m	256 à 1984 kbit/s

II.2 MODE DE CONTRÔLE DE L'ÉCHANGE

Le but d'un réseau est d'échanger les informations d'une entité à une autre via le canal de transmission, la transmission entre des entités communicantes est caractérisée par :

II.2.1 Le sens d'échange :

Selon le sens des échanges, on distingue 3 modes de transmission :

- **La liaison simplex** : caractérise une liaison dans laquelle les données circulent dans un seul sens, c'est-à-dire de l'émetteur vers le récepteur.



Ce genre de liaison est utile lorsque les données n'ont pas besoin de circuler dans les deux sens (par exemple de votre ordinateur vers l'imprimante ou de la souris vers l'ordinateur...).

- **La liaison half-duplex** (parfois appelée *liaison à l'alternat* ou *semi-duplex*) : caractérise une liaison dans laquelle les données circulent dans un sens ou l'autre, mais pas les deux simultanément. Ainsi, avec ce genre de liaison chaque extrémité de la liaison émet à son tour.



- **La liaison full-duplex (appelée aussi *duplex intégral*) :** caractérise une liaison dans laquelle les données circulent de façon bidirectionnelle et simultanément. Ainsi, chaque extrémité de la ligne peut émettre et recevoir en même temps.



Auteur : Dr. S. ZERROIKI née AZZAZ RAHMANI

II.2.2 Le mode de liaison

a) *La liaison point à point*

Dans ce mode de liaison chaque correspondant est relié par un lien dédié à un seul autre correspondant. C'est le cas par exemple d'une liaison entre nœuds d'un même réseau ou entre un ordinateur et un terminal (figure III.2).



La relation point à point.

b) Les liaisons multipoints

Une liaison est dite **multipoint** lorsqu'un même support est partagé par plusieurs nœuds. Dans ce cas, des conflits d'accès sont inévitables, il est nécessaire d'instaurer une politique d'accès au support. L'ensemble des mécanismes particuliers mis en œuvre, pour assurer le partage de l'accès au support, porte le nom de politique d'accès au canal. On distingue deux modes de contrôle de l'accès selon la manière dont est gérée la politique d'accès : le mode centralisé ou maître/esclave et le mode décentralisé ou d'égal à égal.

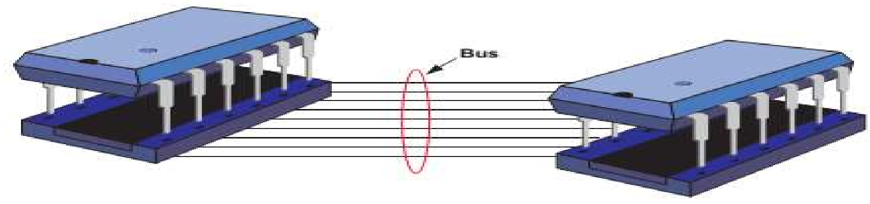
- ***Le mode maître/esclave***
  Dans le mode de relation dit maître/esclave, le primaire, généralement un ordinateur multipostes est responsable de l'initialisation du dialogue, de la récupération des erreurs et de l'organisation des échanges.

- ***Le mode d'égal à égal***
  Dans ce type de configuration, tous les calculateurs sont autorisés à émettre vers n'importe quel autre calculateur et ce, à tout moment. Cet accès partagé peut donner lieu à des collisions ou contentions de messages (deux stations transmettent en même temps). Mais contrairement à la relation maître/esclave, ici, chaque calculateur déroule un algorithme pour assurer le partage du support. La politique d'accès est dite décentralisée.

II.3. LES MODES DE TRANSMISSION :

Le mode de transmission désigne le nombre d'unités élémentaires d'informations (bits) pouvant être simultanément transmises par le canal de communication. On distingue :

- **<u>Le mode parallèle</u>** : On désigne par liaison parallèle la transmission simultanée de *N* bits. Ces bits sont envoyés simultanément sur *N* voies différentes (une voie étant par exemple un *fil*, un câble ou tout autre support physique). La liaison parallèle des ordinateurs de type PC nécessite généralement 10 fils.

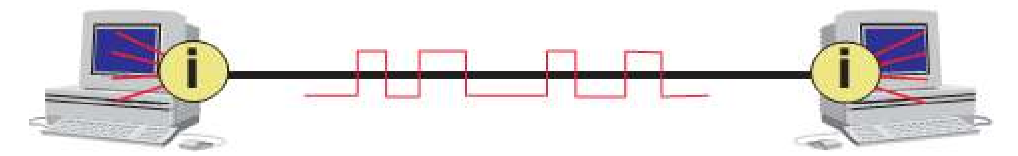


Transmission parallèle

La transmission parallèle pose de nombreuses difficultés dont les principales sont le rayonnement des conducteurs l'un sur l'autre (diaphonie) et la différence de vitesse de propagation entre les différents conducteurs qui nécessitent la réalisation d'une électronique coûteuse.

Auteur : Dr. S. ZERROIKI née AZZAZ RAHMANI

- **Le mode série :** En transmission série , tous les bits d'un mot ou d'un message sont transmis successivement sur une même ligne.



Transmission série

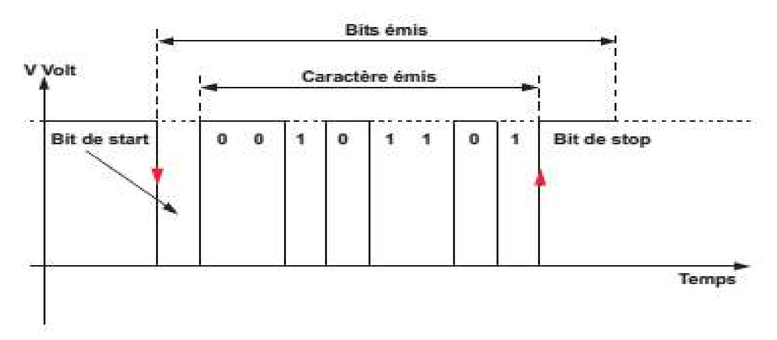
Dans les calculateurs, les données (bits) sont traitées en parallèle (bus). La transmission série nécessite une interface de conversion en série les bits en émission (conversion parallèle/série) et les convertir en parallèle à la réception (conversion série/parallèle). La transmission série n'utilise, pour la transmission des données, que deux conducteurs. D'un coût moins élevé, elle est adaptée aux transmissions sur des distances importantes.

II.4 La synchronisation :

Les bits sont émis sur la ligne à une certaine cadence. Cette cadence est définie par une horloge dite horloge émission. Pour décoder correctement la suite de bits reçue, le récepteur doit examiner ce qui lui arrive à une cadence identique à celle de l'émission des bits sur le support.

L'opération qui consiste à asservir l'horloge de réception sur celle d'émission s'appelle la synchronisation. Selon le mode de synchronisation de l'horloge du récepteur sur celle de l'émetteur, on distingue deux types de transmission :

- **La transmission asynchrone** (transmission orienté caractére) : En transmission asynchrone, les caractères émis sont précédés par un bit de start, et terminés par un bit de stop. Les 2 horloges aux 2 extrémités ne sont pas synchronisées, c'est le bit de start qui déclenche l'horloge et le bit de stop qui l'arrête.
  La transmission a lieu caractère par caractère. L'intervalle de temps qui sépare chaque caractère peut être quelconque.



- **La transmission synchrone** (transmission orienté bit) : En transmission synchrone, la synchronisation des horloges émission et réception est maintenue durant toute la transmission par un signal particulier : le signal de synchronisation. Il est alors possible de transmettre des blocs de taille importante. Chaque bloc transmis est par conséquent précédé d'une séquence de synchronisation qui servira aussi à délimiter le début et la fin de bloc .

Synchronisation 8 bits	Commande 8 bits	Blocs de n caractères de données	Contrôle 8 bits

II.5 LE MULTIPLEXAGE

Le multiplexage est une technique très utilisée en télécommunications qui consiste à faire passer plusieurs communications à la fois sur un même support physique de transmission. L'opération inverse du multiplexage s'appelle le démultiplexage.

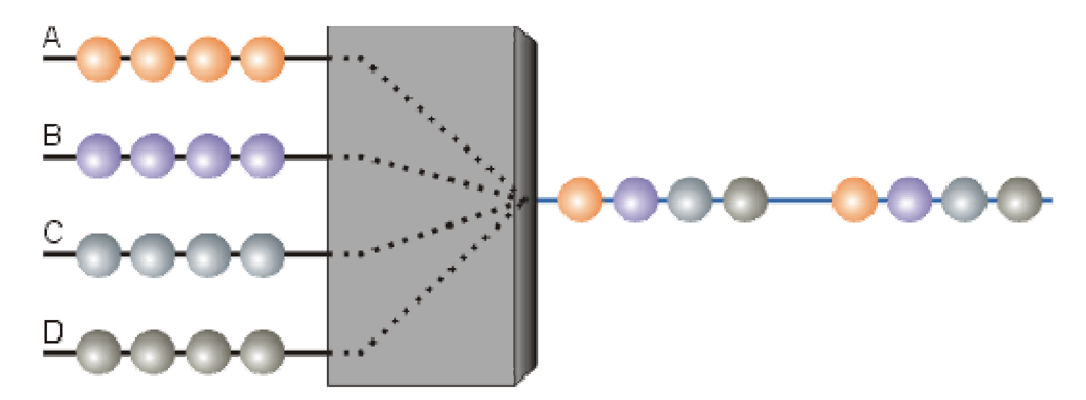
Auteur : Dr. S. ZERROIKI née AZZAZ RAHMANI

Il existe trois modes de multiplexage

II.5 .1 Le multiplexage temporel

Cette technique s'applique aux signaux numériques. Il consiste à affecter cycliquement un morceau de temps (appelé **voie** ou **intervalle de temps** ou IT) à chacune des communications à transmettre. Si on a N signaux à transmettre avec chacun un débit de X kbps, il faut que le support ait une capacité supérieure à N fois X kbps. C'est la technique employée en télécommunications dans les liaisons MIC. La séquence correspondant à un balayage de tous les canaux multiplexés s'appelle une **trame**.

La structure de la trame est fixe.



Multiplexage temporel

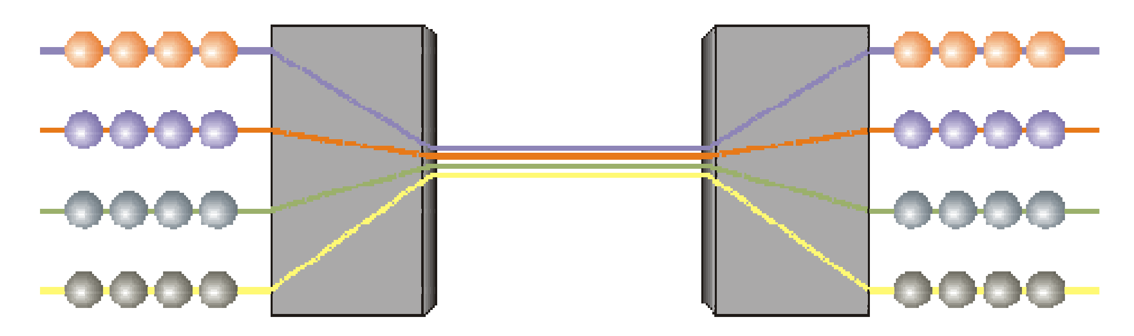
- les voies téléphoniques ne sont plus insérées dans l'échelle des fréquences, mais entrelacées dans l'échelle des temps
- intervalle de temps de 4 microseconde
- nombre de voies limité à 32
- MIC (Modulation par Impulsion et Codage): la voix n'est plus transmise analogiquement, mais numériquement sous forme de bits
- 1 intervalle de temps correspond à 64 Kbps; l'ensemble (canal) représente 2048 Kbps

II.5.2 Le multiplexage temporel statistique

Les échantillonnages se font en fonction de l'activité constatée sur les voies. Les canaux les plus actifs se voient affecter plusieurs voies temporelles.

II.5. 3 Le multiplexage en fréquence

C'est une technique associée aux signaux analogiques et au mode de transmission en large bande. Elle consiste à véhiculer plusieurs signaux simultanément sur un même support. Chaque signal, qui doit avoir une bande passante très inférieure à celle du support; se voit affecter une portion de la gamme de fréquence (ou canal) du support par décalage ou modulation.



Multiplexage en fréquence

- une voie téléphonique est caractérisée par une bande de fréquence de 4 kHz
- les voies téléphoniques transitent sur un même câble (ou un même canal de faisceau hertzien) et sont transposées dans l'échelle des fréquences afin d'être rangées les unes à côté des autres sans jamais se chevaucher

II.6 LES TECHNIQUES DE TRANSMISSION

Le signal à transmettre devra être adapté au mieux aux contraintes physiques du support de transmission. Deux types d'adaptation ou techniques de transmission sont envisageables :

- La transmission en bande de base qui consiste à transmettre directement les signaux sur le support de transmission (codage en ligne).
- la transmission large bande qui consiste à translate le spectre du signal à émettre dans une bande de fréquences mieux admise par le système, c'est la fréquence de la porteuse.

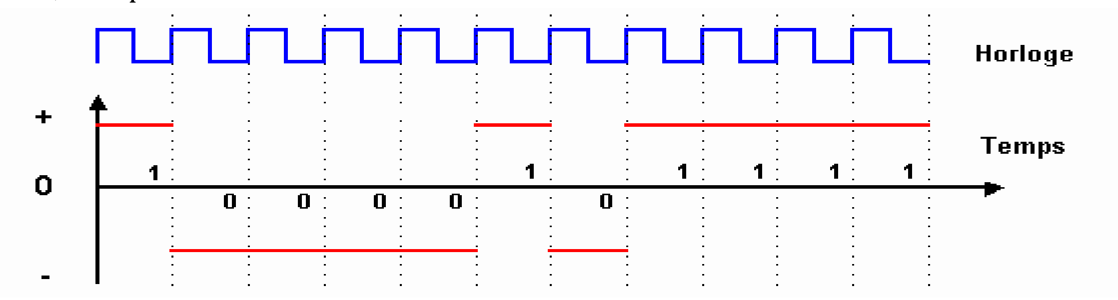
II.6.1 Transmission en Bande de Base (codage en ligne)

On appelle codage, l'opération qui fait correspondre à un symbole appartenant à un alphabet, une représentation binaire (codage à la source). On désigne par **transcodage**, ou **codage en ligne**, l'opération qui consiste à substituer au signal numérique (représentation binaire) un signal électrique mieux adapté à la transmission.

La transmission est dite en bande de base si elle ne subit aucune transposition de fréquence par modulation. Les fréquences initiales du signal émis sont donc préservées. La transmission en bande de base ne peut donc par essence être utilisée que sur support cuivre.

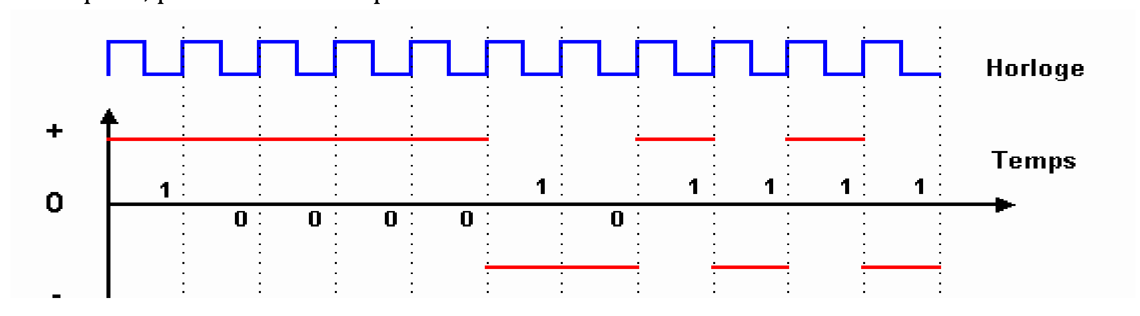
Les principaux codes utilisés

- **Codage NRZ (Non Return to Zero):** très proche du codage binaire de base, il code un 1 par +V, un 0 par –V



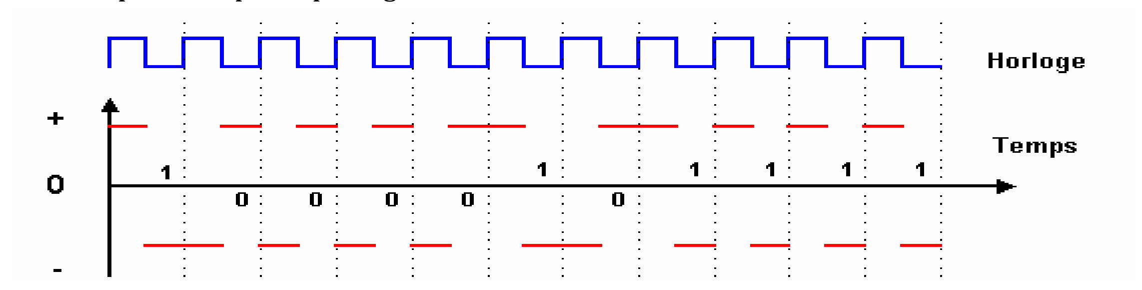
Le codage NRZ améliore légèrement le codage binaire de base en augmentant la différence d'amplitude du signal entre les 0 et les 1. Le débit maximum théorique est le double de la fréquence utilisée pour le signal : on transmet deux bits pour un hertz.

- **Codage NRZI (Non Return to Zero Inverted):**on produit une transition du signal pour chaque 1, pas de transition pour les 0.



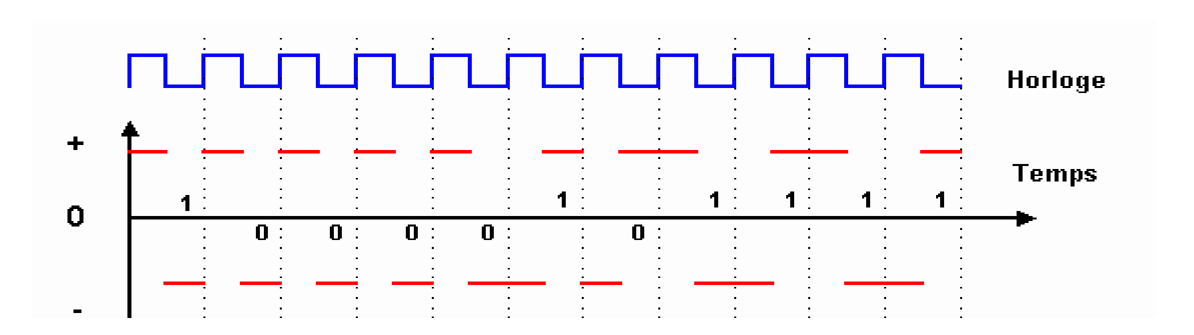
Avec le codage NRZI, on voit que la transmission de longues séries de 0 provoque un signal sans transition sur une longue période. Le débit binaire est le double de la fréquence maximale du signal : on transmet deux bits pour un hertz.

- **Codage Manchester :** dans le codage Manchester, l'idée de base est de provoquer une transition du signal pour chaque bit transmis. Un 1 est représenté par le passage de +V à –V, un 0 est représenté par le passage de -V à +V.



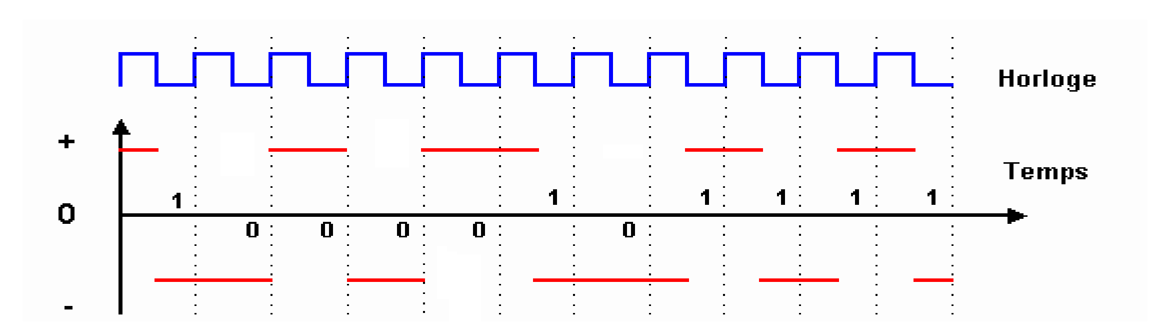
La synchronisation des échanges entre émetteur et récepteur est toujours assurée, même lors de l'envoi de longues séries de 0 ou de 1. Par ailleurs, un bit 0 ou 1 étant caractérisé par une transition du signal et non par un état comme dans les autres codages, il est très peu sensible aux erreurs de transmission. La présence de parasites peut endommager le signal et le rendre incompréhensible par le récepteur, mais ne peut pas transformer accidentellement un 0 en 1 ou inversement.

- **Codage Manchester différentiel :** c'est la présence ou l'absence de transition au début de l'intervalle du signal d'horloge qui réalise le codage. Un 1 est codé par l'absence de transition, un 0 est codé par une transition au début du cycle d'horloge.



Le codage présente le même inconvénient que le codage Manchester : nécessite une fréquence égale à celle du débit utile. Il présente par contre un avantage : ce sont les transitions du signal et non pas ses états qui représentent les bits transmis, il est donc insensible aux inversions de fils dans le câblage.

- **Code de Miller :** Si le bit de donnée vaut 1, alors on insère une transition au milieu de l'intervalle significatif. Si le bit de donnée vaut 0, alors pas de transition au milieu de l'intervalle significatif, mais si le bit suivant vaut 0, alors on place une transition à la fin de l'intervalle significatif.



Auteur : Dr. S. ZERROIKI née AZZAZ RAHMANI

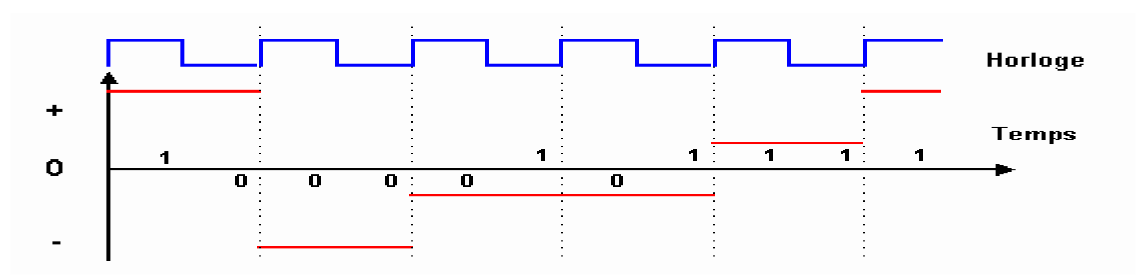
Le code de Miller permet des débits élevés sur support à bande passante limitée. Une puissance non nulle est transmise pour la fréquence nulle, ce qui peut introduire des distorsions. Le principal inconvénient de ce code tient en une moins grande immunité vis-à-vis du bruit que les codes précédents.

- **Codage 2B1Q(code M-aire)**

Principe : Le code 2B1Q fait correspondre à un groupe de deux éléments un créneau de tension dit symbole quaternaire pouvant endosser quatre valeurs différentes suivant la table ci-dessous :

Groupe de 2 bits	Tension
00	-3
01	-1
11	+1
10	+3

Table de codage 2B1Q



Les données sont donc transmises à deux fois la fréquence du signal.

<u>Critère de Nyquist :</u> Dans le support de transmission, le signal subit des déformations et des distorsions. Les limites de transmissions sont atteintes lorsque le signal reçu n'est plus cohérent avec le signal émis.

Dans ce cas, les impulsions se chevauchent les unes les autres. Il n'est donc plus possible de recevoir quoi que ce soit de cohérent. On établi alors la limite par le nombre maximum de transitions que peut transmettre un système. Il s'agit de la rapidité de modulation. Elle s'exprime en bauds.

Le critère de Nyquist nous précise que la rapidité de modulation maximum d'un support de transmission est égale à deux fois la bande passante de ce support.

$$R_m \leq 2.BP$$

R_m : La Rapidité de modulation le nombre maximal de changement d'états du signal par unité de temps en bauds.

$R_m = 1/T_{symbole}$; $T_{symbole}$: temps pris pour transmettre un symbole.

Le débit Binaire est également donné par : $D = m.R_m = R_m * \log_2(V)$, ou :

V : la valence, c'est le nombre total d'états possibles de l'information (nombre de symboles).
m : le moment , c'est le nombre de bits de codage de l'information (nombre de bit par symboles) .

$V=2^m$

II.6.2 Transmission large bande

Auteur : Dr. S. ZERROIKI née AZZAZ RAHMANI

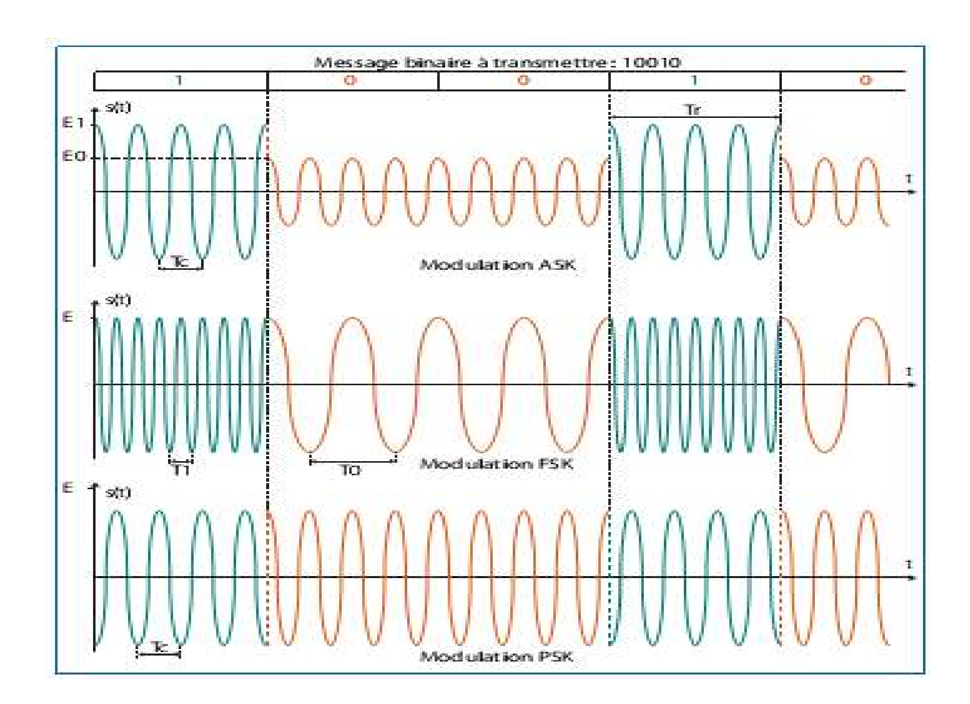
La modulation a pour objectif d'adapter le signal à émettre au canal de transmission. Cette opération consiste à modifier un ou plusieurs paramètres d'une onde porteuse $S(t) = A.cos(\omega_0.t + \varphi_0)$ centrée sur la bande de fréquence du canal.

Les paramètres modifiables sont : L'amplitude : A, La fréquence : $f_0 = \frac{\omega_0}{2\pi}$, La phase: φ_0

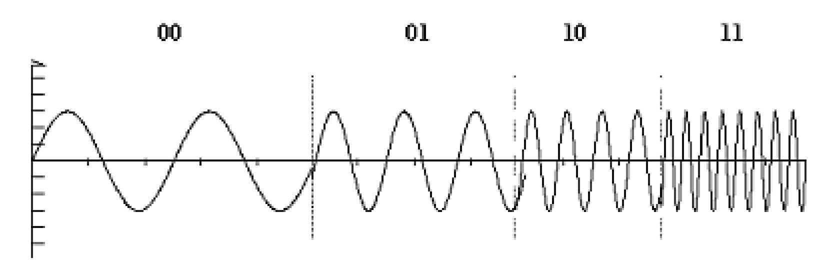
Dans les procédés de modulation binaire, l'information est transmise à l'aide d'un paramètre qui ne prend que deux valeurs possibles.

Les types de modulation les plus fréquemment rencontrés sont les suivants :

- Modulation par Déplacement d'Amplitude MDA. (*Amplitude Shift Keying* **ASK**).
- Modulation par Déplacement de Fréquence MDF. (*Frequency Shift Keying* **FSK**).
- Modulation par Déplacement de Phase MDP. (*Phase Shift Keying* **PSK**).



Dans les procédés de modulation ***M*-aire**, l'information est transmise à l'aide d'un paramètre qui prend ***M*** valeurs. Ceci permet d'associer à un état de modulation un mot de ***n*** digits binaires. Le nombre d'états est donc $M = 2^n$.



Exemple de la modulation FSK-4

Auteur : Dr. S. ZERROIKI née AZZAZ RAHMANI